

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Інститут Електроенергетики

(інститут)

Електротехнічний факультет

(факультет)

Кафедра електропривода

(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

кваліфікаційної роботи ступеню бакалавр  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Ярошенко Євгена Івановича  
академічної групи 141-17ск3

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
(код і назва спеціальності)

спеціалізації<sup>1</sup> Електромеханічні системи автоматизації та електропривод

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ел

(офіційна назва)

на тему «Груповий електропривод рольганга за системою ПЧ-АД»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Сьомін А.О.			
розділів:				
Технологічна частина	Сьомін А.О.			
Автоматизований електропривод	Сьомін А.О.			
Дослідження динаміки електропривода	Сьомін А.О.			
Охорона праці	Столбченко О.В.			
Техніко-економічне обґрунтування	Тимошенко Л.В.			
Рецензент	Ципленков Д.В.			
Нормоконтролер	Казачковський М.М.			

Дніпро  
2020

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

електропривода

(повна назва)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Казачковський М.М.  
(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня** бакалавр  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Ярошенко Євгена Івановича академічної групи 141-17ск3  
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

спеціалізації<sup>1</sup> Електромеханічні системи автоматизації та електропривод  
за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка

ел

\_\_\_\_\_ (офіційна назва)

на тему «Груповий електропривод рольганга за системою ПЧ-АД»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічна частина	Загальний опис електроприводу та рольгангу	1 тиждень
Автоматизований електропривод	Вибір двигуна та розрахунок перехідних процесів	2 тижні
Дослідження динаміки електропривода	Опис та дослідження комп'ютерних програм	4 тижні
Охорона праці	Вирішення питань пов'язаних з охороною праці	1 тиждень
Техніко-економічне обґрунтування	Економічні розрахунки електроприводу	2 тижні

Завдання видано \_\_\_\_\_

(підпис керівника)

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 15 жовтня 2020

Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_

(підпис студента)

Ярошенко Є.І.

(прізвище, ініціали)

## Реферат

Об'єкт детальної розробки: «Груповий електропривод рольганга за системою ПЧ-АД».

Пояснювальна записка складається із 47 сторінок, 9 малюнків, 8 таблиць, 8 джерел. Робота була виконана у повному обсязі згідно до чинних вимог та терміну, визначеного навчальним планом.

Мета роботи: модернізація групового електроприводу рольгангу за системою ПЧ-АД.

Вибрані елементи силового кола (рольганговий асинхронний двигун с короткозамкнутим ротором типу AP 355SMC12, перетворювач частоти ATV 71HD75N4 зі скалярним керуванням). Розраховані параметри статичної однозонної системи регулювання швидкості.

Здійснений розрахунок перехідних процесів в електроприводі в режимах пуску, прикладення навантаження, реверсу з використанням пакета MATLAB. Отримано діаграми навантаження та швидкості розробленої моделі. Проаналізовані небезпечні та шкідливі фактори.

Наведені зауваження не зменшують цінності роботи, яка виконана самостійно та з використанням сучасних системних підходів, що актуальні у електротехніки, електроенергетики та електромеханіки.

## Abstract

Object of detailed development: "Group electric drive of a roller conveyor on the PCh-AD system".

The explanatory note consists of 47 pages, 9 figures, 8 tables, 8 sources. The work was performed in full in accordance with the current requirements and the deadline set by the curriculum.

Purpose: modernization of the group electric drive of the roller conveyor according to the inverter system.

Selected elements of the power circuit (roller asynchronous motor with short-circuited rotor type AP 355SMC12, frequency converter ATV 71HD75N4 with scalar control). The parameters of the static single-zone speed control system are calculated.

The calculation of transients in the electric drive in the modes of start-up, application of load, reverse using the MATLAB package. The diagrams of loading and speed of the developed model are received. Dangerous and harmful factors are analyzed.

These remarks do not reduce the value of work performed independently and using modern systems approaches that are relevant in electrical engineering, power engineering and electromechanics.

## ЗМІСТ

Вступ	5
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	6
1.1 Загальна характеристика технологічного агрегату та його електрообладнання	6
1.2 Вимоги до електрообладнання рольгангу	9
1.3 Вихідні дані для дипломного проектування	11
2 АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД	13
2.1 Попередній вибір двигуна	13
2.2 Розрахунок перехідних процесів і побудова навантажувальної діаграми двигуна	15
2.3 Перевірка двигуна за нагрівом	19
2.4 Вибір перетворювача частоти	20
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА	23
3.1 Вибір структури САК ЕП, складання передаточних функцій	23
3.2 Розрахунок перехідних процесів	27
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	31
4.1 Загальна характеристика шкідливих та небезпечних факторів	31
4.2 Пожежна захист	33
4.3 Розрахунок освітлення	

					ЕП.ПД.20.18.3.ПЗ					
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Груповий електропривод рольганга за системою ПЧ- АД			Літ	Арк	Аркушів
Розробив		Ярошенко Є.І.						3	50	
Перевірів		Сьомін А.О.								
Н. Контр.		Казачковський М.М.						НТУ«ДП» гр.141-17ск-3		

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	37
5.1 Вступ	37
5.2 Розрахунок капітальних витрат	37
5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат	39
Висновки	46
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	

					ЕП.ПД.20.18.3.ПЗ	Арк
						4
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

## Вступ

Ефективність засобів виробництва, якими володіє людське суспільство, в значній мірі визначається досконалістю способів отримання енергії, необхідної для виконання механічної роботи в виробничих процесах. Виробничі механізми, без яких не можна в даний час уявити собі жодне виробництво пройшли тривалий шлях свого розвитку, перш ніж взяли вид сучасного автоматизованого електроприводу, що приводить в рух безліч робочих машин і механізмів в промисловості, транспорті, в сільському господарстві і в побутовій техніці і автоматично керуючого їх технологічними процесами.

Сучасний автоматизований електропривод являє собою складну електромеханічну систему, призначену для приведення в рух робочого органу машини і управління її технологічним процесом. Він складається з трьох частин: електричного двигуна, який здійснює електромеханічне перетворення енергії, механічної частини, що передає механічну енергію робочого органу машини, і системи управління, що забезпечує оптимальне за тими чи іншими критеріями управління технологічним процесом. Не можна уявити собі жодного сучасного виробничого механізму, в будь-якій області техніки, яка не приводилася би в дію автоматизованим електроприводом. В електроприводі основним елементом, безпосередньо перетворює електричну енергію в механічну є електричний двигун, який найчастіше управляється за допомогою відповідних перетворювальних і керуючих пристроїв з метою формування статистичних і динамічних характеристик електроприводу, що відповідають вимогам виробничих механізмів.

					ЕП.ПД.20.18.ТЧ.ПЗ			
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		Лім	Арк	Аркушів
Розробив		Ярошенко Є.І.			Груповий електропривод рольганга за системою ПЧ- АД		6	
Перевірів		СЬОМІН А.О.						
Н. Контр.		Казачковський М.М.						
						НТУ«ДП» гр.141-17ск-3		

## ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

					ЕП.ПД.20.18.ТЧ.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Лім</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		Ярошенко Є.І.			Груповий електропривод рольганга за системою ПЧ- АД			
<i>Перевірів</i>		СЬОМІН А.О.					6	50
<i>Н. Контр.</i>		Казачковський М.М.						
						НТУ«ДП» гр.141-17ск-3		



## 1.1 Загальна характеристика технологічного агрегату

Груповий електропривод - електропривод з одним електродвигуном, що забезпечує рух виконавчих органів декількох робочих машин або декількох виконавчих органів однієї робочої машини.

Рольганг — конвеєр, роликami якого, закріпленими на невеликій відстані один від одного, переміщуються вантажі (поштучні або у тарі).

Робочі рольганги служать для подачі металу до прокатних валків і відведення його від валків і розташовуються безпосередньо у кліті. На великих обтискних станах частина роликів цих рольгангов (від 1 до 3) розміщується безпосередньо в станині кліті і називаються станиними роликami. Їх призначення - поліпшити умови захоплення металу валками. Транспортні рольганги служать для передачі металу від одного механізму до іншого. Розрізняють підводять і відводять транспортні рольганги в залежності від напрямку їх руху щодо механізму. Різновидом транспортних рольгангів є пічні рольганги, що встановлюються в прохідних нагрівальних печах.

Роликові конвеєри поділяють на: неприводні (гравітаційні) та приводні.

На приводних рольгангах рух вантажу передається силою тертя, яка виникає між роликami, яким надається обертовий рух від групового або індивідуального привода, і вантажем, який на них лежить. На неприводних рольгангах вантаж переміщується під впливом прикладеної до нього рушійної сили. Ролики обертаються від взаємодії з рухомим вантажем, зменшуючи опір його рухові. Неприводні рольганги часто встановлюються з невеликим нахилом, що забезпечує рух вантажу самокатом під дією сили ваги.

Залежно від геометрії робочої траси, роликові конвеєри бувають:

прямими;

змієподібними;

поворотними.

					ЕП.ПД.20.18.ТЧ.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		7

Конвеєри складаються з роликів, змонтованих на жорсткій рамі. Система роликів формує робочу поверхню. Ролики — це деталі циліндричної або конічної форми, виготовлені з алюмінієвого сплаву, пластика підвищеної міцності, неіржавної або конструкційної сталі, що встановлюються на підшипниках кочення або ковзання. У прокатних станах, де ролики зазнають ударів металу, застосовують ковані ролики.

Для безперебійної роботи дистанція між осями роликів не повинна перевищувати половини довжини найменшої одиниці вантажу.

Гравітаційні (неприводні) моделі рольгангів часто мають модульну структуру. З окремих секцій невеликої довжини, які можуть мати лінійну чи кутову форму, можна скласти конструкції з трасою будь-якої довжини та конфігурації.

Залежно від особливостей транспортованих вантажів, області та мети застосування роликового транспортера, він може комплектуватись додатковими пристосуваннями: відбійниками, напрямними, знімними бортами, електронними пристроями стеження тощо.

Для розрахунку потужності двигуна рольганга необхідно враховувати можливість буксирування роликів по заготівлі, яке може виникнути при короткочасній зупинці заготовки, внаслідок удару по бічних лінійках рольганга і з інших причин.

					ЕП.ПД.20.18.ТЧ.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		8

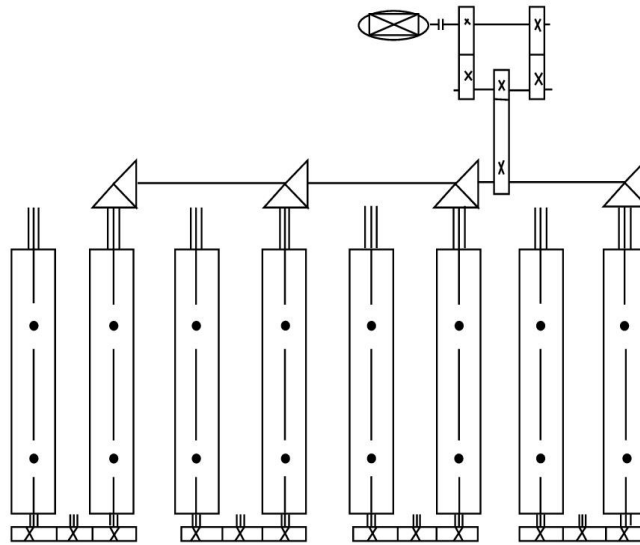


Рис. 1.2. Кінематична схема приводу

Діаграми статичного моменту та тахограма рольганга наведені на рис. 1

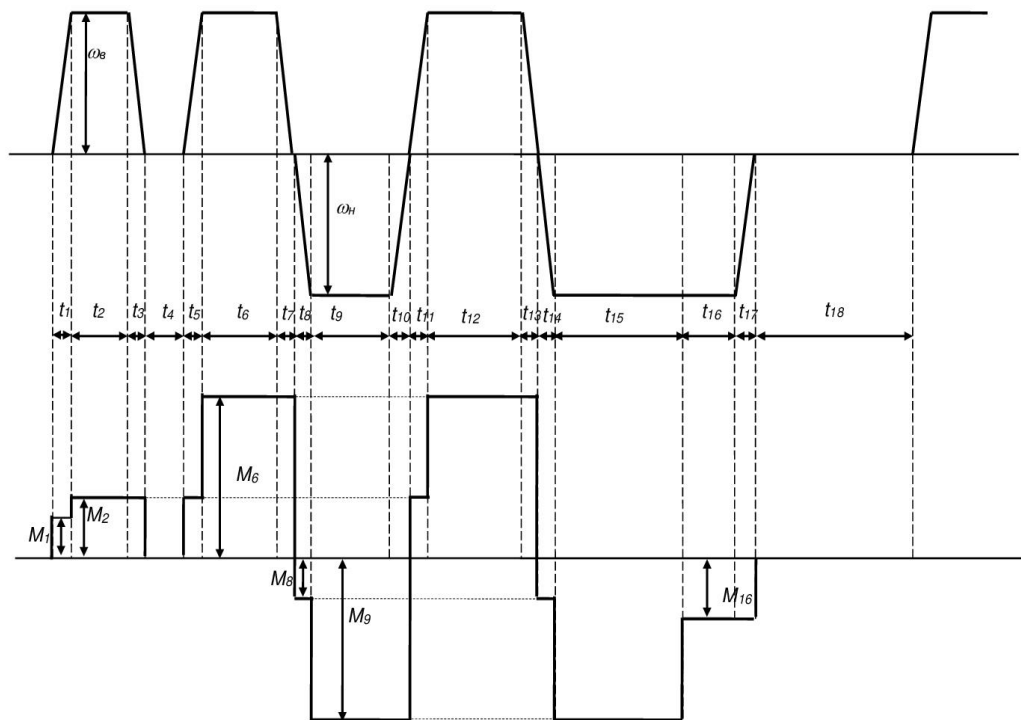


Рис. 1.3. Діаграми моменту та швидкості рольганга

Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата

ЕП.ПД.20.18.ТЧ.ПЗ

Арк

9

## 1.2 Вимоги до електрообладнання рольгангу

При виборі типу електроприводу рольганга необхідне детальне вивчення технологічного процесу для визначення дійсної навантаження і режиму роботи рольгангов, а також необхідного діапазону регулювання скороти роликів, точності зупинки, плавності регулювання та інших специфічних умов роботи. Рольганга виконуються з груповим або з індивідуальним електроприводом. При груповому електроприводі секція рольганга, що складається з 3-10, а іноді і більше числа роликів, має загальний електропривод від одного або двох електродвигунів через конічні або циліндричні шестерні і трансмісійний вал. Груповий електропривод застосовується в основному для рольгангів, які працюють в тяжкому режимі з частими пусками або реверсами (наприклад, для робітників і підвідних рольгангів обтискних клітей).

Крок роликів вибирається таким, щоб об'єктах лежав не менше ніж на двох роликах.

Для рольгангів з груповим електроприводом, що не вимагають регулювання швидкості і мають частоту включень в годину не більше 500 використовуються асинхронні електродвигуни з фазним ротором. Електропривод подібного типу застосовується для рольгангів обтискних клітей трію, прийомних рольгангів блюмінга, завантажувальних та прийомних рольгангів печей, а також для деяких рольгангів які транспортують важкі заготовки. До таких рольгангів відносяться робочі, подовжувальні і прийомні рольганги обтискних станів, рольганги у печей і т.д.

Електричне устаткування, яке використовується, за конструкцією, виконанням, якістю ізоляції, способом установки має відповідати вимогам чинних стандартів і правил. Електроустановки підрозділяються на загальнопромислові і вибухозахищені.

					ЕП.ПД.20.18.ТЧ.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		10

Загальнопромислове виконання може бути відкрите, захищене, закрите, таке, що продувається, пилозахищене, бризка захищене, водозахищене і маслозахищене. Виконання електроустаткування має відповідати умовам навколишнього середовища. Наприклад, в приміщеннях з нормальним середовищем електроустановки можуть мати відкрите або захищене виконання.

Електроустаткування і матеріали, що застосовують в електроустановках, мають відповідати вимогам ДСТУ, ДБН та інших відповідних чинних нормативних документів або технічних умов, затверджених в установленому порядку. На продукцію іноземного виробництва має бути оформлено документи відповідності згідно з чинним в Україні законодавством.

Конструкція, виконання, спосіб установлення, прокладання і клас ізоляції машин, апаратів, приладів та іншого застосовуваного електроустаткування, а також кабелів і проводів мають відповідати розрахунковим параметрам електроустановки.

Проектування та вибір схем, компоновок і конструкцій електроустановок треба виконувати на основі порівнянь варіантів застосування надійних схем, упровадження новітньої техніки з урахуванням вимог безпеки, енерго- та ресурсоощадності, досвіду експлуатації.

В електроустановках має бути забезпечено можливість легкого розпізнавання частин, які належать до окремих їх елементів (простота і наочність схем, належне розташування електроустаткування, написи, маркування, забарвлення).

					ЕП.ПД.20.18.ТЧ.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		10

### 1.3 Вихідні дані для дипломного проектування

Параметр	Значення
$t_1, \text{с}$	1,4
$t_2, \text{с}$	3
$t_3, \text{с}$	1,5
$t_4, \text{с}$	3,2
$t_5, \text{с}$	1,7
$t_6, \text{с}$	5,5
$t_7, \text{с}$	1,6
$t_8, \text{с}$	1,4
$t_9, \text{с}$	7
$t_{10}, \text{с}$	1,8
$t_{11}, \text{с}$	1,6
$t_{12}, \text{с}$	9
$t_{13}, \text{с}$	1,6
$t_{14}, \text{с}$	1,4
$t_{15}, \text{с}$	11,1
$t_{16}, \text{с}$	2,3
$t_{17}, \text{с}$	1,5
$t_{18}, \text{с}$	12
$M_1 = M_8, \text{Н}\cdot\text{м}$	130
$M_2 = M_{16}, \text{Н}\cdot\text{м}$	165
$M_6 = M_9, \text{Н}\cdot\text{м}$	640
$\omega, \text{рад/с}$	55
Приведений $\sum J$ при роботі в холосту	21,3
Приведений $\sum J$ з урахуванням заготовки	25,7
Система електроприводу	ПЧ-АД (однозонний)

Табл.1.1 Вихідні дані для дипломного проектування

Рольганг включається у напрямку до стану вхолосту. Момент включення рольганга вибирається таким, щоб після досягнення сталої швидкості транспортується розкатним рольгангом заготівля підійшла до останнього ролика. Заготівля переміщується до маніпулятора з усталеною швидкістю, після чого рольганг зупиняється.

При пересуванні заготовки маніпулятором рольганг не працює. Друге включення рольганга проводиться при подачі заготовки в валки для першого пропуску. У період прокатки рольганг працює з усталеною швидкістю. Перед закінченням прокатки рольганг реверсують з попередніми гальмуваннями. Гальмування починається в такий момент часу, щоб при догляді заготовки з першого ролика швидкість рольганга дорівнювала нулю.

Рольганг прискорюється у зворотньому напрямку вхолосту.

Після другого пуску заготівля приймається на рольганг, що обертається у напрямку прокатки з усталеною швидкістю. Потім починається його гальмування, причому момент початку гальмування вибирається так, щоб швидкість рольганга дорівнювала нулю при зупинці заготовки, викинутої кліттю, після чого починається розгін з заготівлею у напрямку до стану.

Робота рольганга при прокатці заготовки в третьому пропуску аналогічна роботі його при прокатці заготовки в першому пропуску. Заготівля викинутих з кліті після прокатки в четвертому пропуску, транспортується робочим рольгангом на раскатной.

Робочий рольганг зупиняється, гальмування його починається в момент проходження заднього кінця смуги через вісь останнього ролика.

					ЕП.ПД.20.18.ТЧ.ПЗ	Арк
						13
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

# АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД

					ЕП.ПД.20.18.АЕ.ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Зробив</i>	Ярошенко Є.І.				<i>Літ</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив</i>	Сьомін А.О.					14	50
<i>Контр.</i>	Казачковський М.М.				НТУ«ДП» гр.141-17ск-3		
					Груповий електропривод рольганга за системою ПЧ- АД		



## 2.1 Попередній вибір двигуна

Потужність двигуна попередньо вибирається орієнтовно, а потім після розрахунку перехідних процесів і побудови навантажувальної діаграми двигуна проводиться перевірка по нагріву та вибір перетворювача частоти.

Еквівалентний момент на валу робочого органу визначаємо за формулою:

$$M_{p.e.} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n M_i^2 \times t_i}{\sum t_{pi}}}$$

$M_n$  - момент навантаження в  $i$ -й проміжок часу;

$t_{pi}$  - проміжок часу.

$$M_{p.e.} = \sqrt{\frac{(16900 \times 7.5) + (27225 \times 8.3) + (409600 \times 37.6)}{53.4}} = 543.150 \text{ (Н* м)}$$

Еквівалентна потужність на валу робочої машини визначаємо за формулою:

$$P_{pm} = M_{pe} * \omega_p$$

$M_{pe}$  - еквівалентний момент на валу робочої машини;

$\omega_p$  - швидкість обертання валу робочої машини.

$$P_{pm} = 543.150 * 55 = 30 \text{ (кВт)}$$

Розрахунок еквівалентної потужності двигуна визначаємо за формулою:

$$P_e = \frac{P_{pm}}{\eta_{редук}}$$

де  $\eta_{редук}$  - ККД розподільчого механізму;

$$P_e = \frac{30}{0.9} = 33.3 \text{ (кВт)}$$

Розрахункову потужність двигуна визначаємо за формулою:

$$P_{роз} = K_3 * P_e$$

де  $K_3$  - коефіцієнт запасу(1,1...1,3);

$$P_{роз} = 33.3 * 1.1 = 37 \text{ (кВт)}$$

Розрахунок часу роботи визначаємо за формулою:

$$t_p = \sum_i^n t_{pi} = 53.4 \text{ (с)}$$

де  $t_{pi}$  - проміжки часу в котрі рольганг працює

									Арк
									15
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата	ЕП.ПД.20.18.АЕ.ПЗ				

Розрахунок часу робочого циклу рольганга визначаємо за формулою:

$$t_{\text{ц}} = \sum t_i = 68.6 \text{ (с)}$$

Тривалість вмикання двигуна визначаємо за формулою:

$$\text{ПВ} = \frac{t_p}{t_{\text{ц}}} * 100\%$$

$$\text{ПВ} = \frac{53.4}{68.6} * 100\% = 78\%$$

Каталожну потужність двигуна визначаємо за формулою:

$$P_{\text{кат}} = P_{\text{роз}} * \sqrt{\frac{\text{ПВ}}{\text{ПВ}_{\text{ц}}}}$$

ПВ<sub>н</sub> - номінальне значення ПВ% (15%,25%,40%,60%).

$$P_{\text{кат}} = 37 * \sqrt{\frac{78}{25}} = 65 \text{ (кВт)}$$

За проведеними розрахунками обираємо рольганговий асинхронний двигун с коротко замкнутим ротором типу AP 355SMC12

ВЕЛИЧИНА		ЗНАЧЕННЯ
НАЗВА	ОДИНИЦЯ ВИМІРУ	
ТИП ДВИГУНА	-----	AP 355SMC12
НОМІНАЛЬНА ПОТУЖНІСТЬ	кВт	57
НОМІНАЛЬНИЙ СТРУМ	А	131
НОМІНАЛЬНА ЧАСТОТА БЕРТАННЯ РОТОРА	ОБ/ХВ	491
COSΦ	-----	0.71
ККД	%	94,1
НОМІНАЛЬНИЙ ОБЕРТОВИЙ ОМЕНТ	Нм	1110
МАКСИМАЛЬНИЙ ОБЕРТОВИЙ МОМЕНТ	Нм	3400
МОМЕНТ ІНЕРЦІЇ РОТОРА	Кг*м <sup>2</sup>	12,4

Табл. 2.1 Параметри двигуна

									Арк
									16
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата	ЕП.ПД.20.18.АЕ.ПЗ				

## 2.2 Розрахунок перехідних процесів і побудова навантажувальної діаграми двигуна

Визначення сумарних моментів інерції визначаємо за формулою:

для холостого ходу:

$$J_{xx} = \sum J_{xx} + J_r$$

$$J_{xx} = 21.3 + 12.4 = 33.7 \text{ (кг} \cdot \text{м}^2\text{)}$$

з навантаженням:

$$J_n = \sum J_n + J_r$$

$$J_n = 25.7 + 12.4 = 38.1 \text{ (кг} \cdot \text{м}^2\text{)}$$

Розрахунок моментів двигуна моментів двигуна визначаємо за формулою:

$$M_{\partial v} = M_c + J * \frac{\Delta \omega}{\Delta t},$$

де  $M_c$  - статичний момент навантаження;

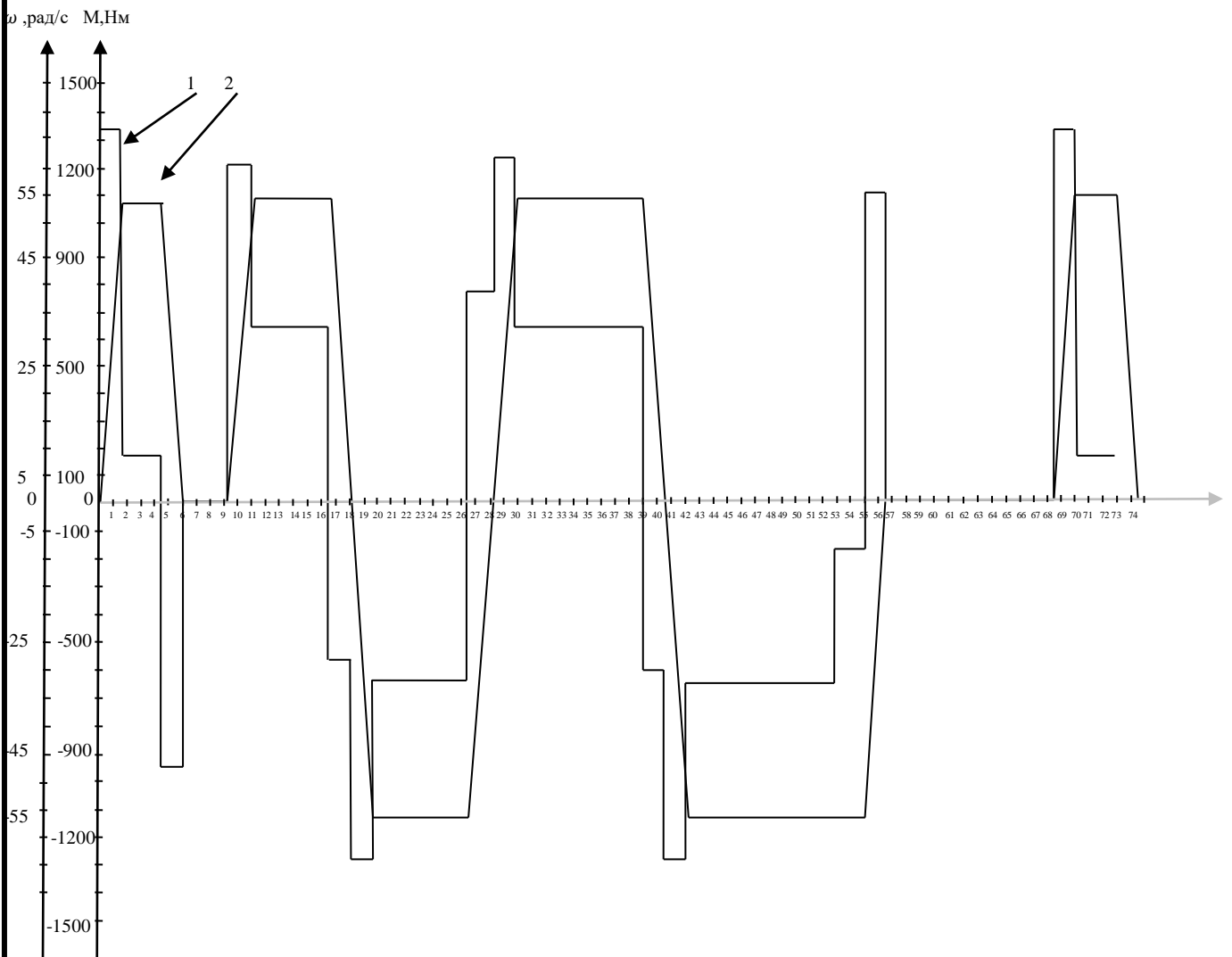
$J$  - сумарний момент інерції;

$\Delta \omega$  - приріст швидкості  $\omega$ ;

$\Delta t$  - приріст часу.

№	$\Delta\Omega$ , РАД/С	$\Delta T$ , С	$M_{ДВ} = M_c + J * \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ , НМ
1	55	1,4	1047
2	0	3	165
3	-55	1,5	-920
4	0	3,2	0
5	55	1,7	1150
6	0	5,5	640
7	-55	1,6	-352
8	-55	1,4	-1120
9	0	7	640
10	55	1,8	224
11	55	1,6	1130
12	0	9	640
13	-55	1,6	-352
14	-55	1,4	-1125
15	0	11,1	640
16	0	2,3	165
17	55	1,5	900

Табл 2.2 Розрахунок моментів двигуна



- 1 – Момент навантаження двигуна.  
 2 - Швидкість обертання.

Рис.3 Навантажувальна діаграма електродвигуна

### 2.3 Перевірка двигуна за нагрівом

Розрахунок еквівалентного моменту двигуна визначаємо за формулою:

$$M_e = \sqrt{\frac{M_{\Pi}^2 * \sum t_{\Pi} + M_r^2 * \sum t_r + M_c^2 * t_c}{\frac{1+\beta}{2} * (\sum t_{\Pi} + \sum t_r) + \sum t_y}}$$

де  $M_{\Pi}$  - пусковий момент;

$t_{\Pi}$  - час пуску;

$M_r$  - гальмівний момент;

					ЕП.ПД.20.18.АЕ.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		19

$t_r$  - час гальмування;

$M_c$  - момент статичного навантаження;

$t_c$  - час незмінного навантаження;

$\beta$  - коефіцієнт погіршення вентиляції двигуна при зупинці (для двигунів с закритим виконанням та самовентиляцією 0,45...0,55).

$$M_e = \sqrt{\frac{(16900 * 7.5) + (27225 * 8.3) + (409600 * 37.6)}{\frac{1+0.55}{2} * 53.4}} = 556 \text{ (Нм)}$$

Розрахунок номінального моменту двигуна визначаємо за формулою:

$$M_H = 9550 * \frac{P_H}{n}$$

де  $P_H$  - номінальна потужність двигуна;

$n$  - номінальна частота обертання ротора.

$$M_H = 9550 * \frac{57}{491} = 1108$$

При правильно обраному двигуні його номінальний момент при стандартному  $PV_H$  має бути рівний або більший розрахованого еквівалентного моменту

$$M_H \geq M_e$$

$$1108 \geq 556$$

Умова по нагріву виконується.

## 2.4 Вибір перетворювача частоти

При роботі двигун може бути зупинений шляхом скасування команди на обертання або за допомогою задає сигналу. Перетворювач при цьому залишається під напругою. Щоб уникнути випадкового повторного пуску таке блокування є недостатньою. Необхідно передбачити розмикання силового ланцюга. Перетворювач частоти оснащений пристроями захисту, які в разі несправності блокують його, тим самим зупиняючи двигун. Останній, в свою чергу, може також зупинитися через механічне блокування. Нарешті, причиною зупинок можуть бути коливання напруги

									Арк
									20
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата	ЕП.ПД.20.18.АЕ.ПЗ				

і, особливо, відключення живлення Після усунення причин зупинки можливий автоматичний повторний пуск, який представляє небезпеку для деяких механізмів і установок, особливо для тих, які повинні відповідати вимогам правил безпеки.

Для обраного двигуна будемо використовувати перетворювач частоти Altivar 71 .

Програмування перетворювача частоти (тобто пристосування його до конкретної прикладної задачі) виробляють шляхом зміни його параметрів, що настраюються (таких, як частота комутації, тривалість розгону, номінальна частота харчування двигуна, закон управління двигуном, призначення логічного входу і т.п.). Кожен з таких параметрів має ім'я, код і ряд значень.

Ім'я використовується при програмуванні з графічного терміналу. Код складається з декількох символів (до 4 латинські літери та цифри, наприклад, AC2, nSPS) і застосовується при програмуванні з терміналу, вбудованого в ПЧ. Присвоєння параметру потрібного значення і є змістом програмування. Параметри, як і їх значення, можуть бути різного тип

- цифровими (як, наприклад, значення максимальної частоти HSP = 60 Гц);

- текстовими (OFI = nO або YES, tUS = CUS, FAIL або dOnE).

Параметри для зручності доступу впорядковані в тематичні меню і підменю (вкладені меню). Деякі параметри для зручності одночасно присутні в декількох меню. На жаль, структура і перелік меню та підменю вбудованого і графічного терміналів збігаються в повному обсязі. Сукупність декількох тематично близьких параметрів, що реалізують деяку прикладну задачу (наприклад, управління електромагнітним гальмом, пропуск частотного вікна, перемикання темпів і т.п.) називають функцією. Найчастіше параметри, які реалізують функцію, розміщуються в загальному підменю і стають доступними тільки після її активізації.

Основні характеристики Altivar 71

					ЕП.ПД.20.18.АЕ.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		21

Використовується чотири типи живлення мережі:

- однофазне, 200 - 240 В, від 0,37 до 5,5 кВт, UL типу 1 / IP 20, (АТV71Н ... М3),
- трифазне, 200 - 240 В, від 0,37 до 75 кВт, UL типу 1 / IP 20, (АТV71Н ... М3 і АТV71Н ... М3Х);
- трифазне, 380 - 480 В, від 0,75 до 500 кВт, UL типу 1 / IP 20, (АТV71Н ... N4);
- трифазне, 500 - 690 В, від 1,5 до 630 кВт, UL типу 1 / IP 20, (АТV71Н ... Y).

Вихідна частота: 1 - 500 Гц для всієї гама, 1 - 1600 Гц до 37 кВт при 220 і 380

Перенавантажувальна здатність: 170% протягом 1 хвилини, 220% - 2 сек.

Перетворювач Altivar 71 UL тип 1 / IP 20 може використовуватися з двигунами потужністю від 0,37 кВт до 5,5 кВт, з однофазним живленням 200 і 240 В (потрібне зменшення потужності).

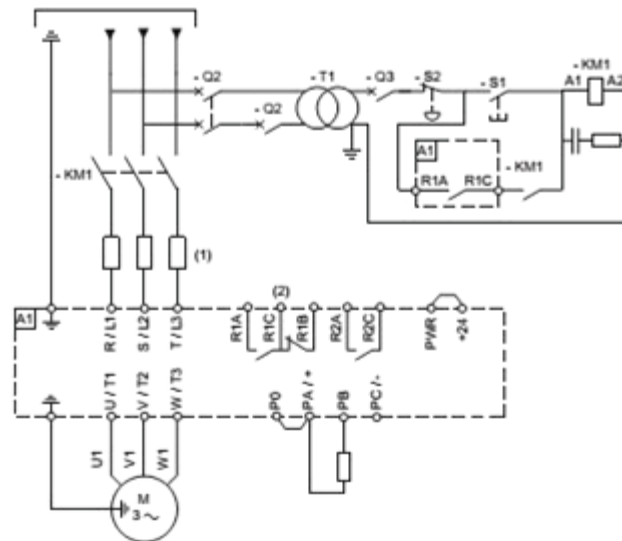


Схема підключення Altivar 71



ДВИГУН	МЕРЕЖА		ПОТУЖНІСТЬ	МАКС. ЛІНІЙНИЙ СТРУМ	МАКС. СТРУМ В ВСТАНОВЛЕНИХ РЕЖИМАХ		МАКС. ПЕРЕХІДНИЙ СТРУМ ПРОТЯГОМ		№
	кВт	380 В			480 В	кВА	кА	380 В	
55	120	101	79	22	116	96	174	191	ATV71 HD55N 4

Табл. 2.3 Технічні характеристики перетворювача частоти Altivar 71

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

					ЕП.ПД.20.18.ДДЕ.ПЗ									
					Груповий електропривод рольганга за системою ПЧ- АД									
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>								<i>Лім</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Ярошенко Є.І.</i>											23	50
<i>Перевірів</i>		<i>Сьомін А.О.</i>								НТУ«ДП» гр.141-17ск-3				
<i>Н. Контр.</i>		<i>Казачковський М.М.</i>												

### 3.1 Вибір структури САК ЕП, складання передаточних функцій

Отримання достовірних якісних і особливо кількісних характеристик поведінки реальної системи автоматизованого електроприводу конкретного виробничого механізму вимагає максимального врахування особливостей роботи, як в цілому електроприводу, так і його окремих елементів. Перш за все врахування всіх особливостей роботи перетворювача частоти та системи електроприводу, параметрів електричних та механічних систем, що залежать від часу та інших параметрів.

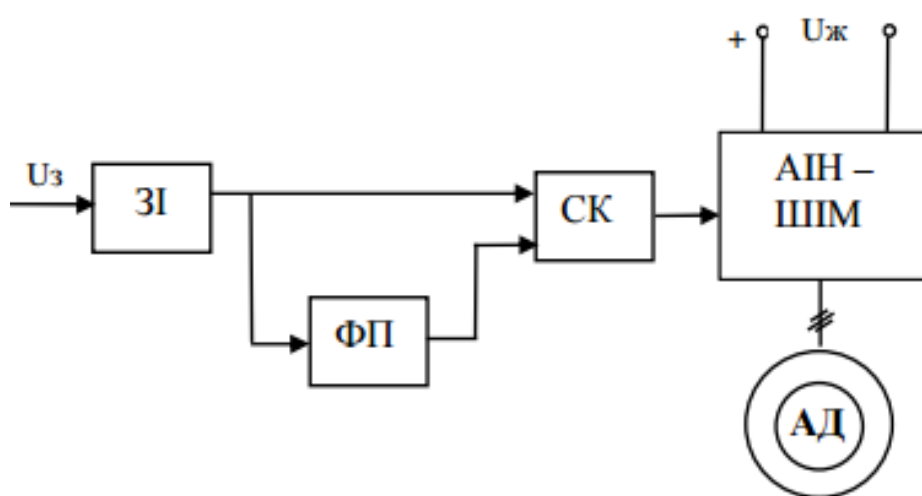


Рисунок 3.1 Функціональна схема частотного керування електроприводом. ЗІ - задавач інтенсивності, ФП - функціональний перетворювач, СК - система керування, АІН - автономний інвертор.

Таблиця 3.1 Номінальні дані двигуна типу AP 355SMC12

$U_{фн}$ , В	$f$ , Гц	$P_{н}$ , кВт	$n_{н}$ , об/хв	$J_{дв}$ , кг·м <sup>2</sup>	$\eta$ , %	$\cos \varphi$	$r_1$	$x_1$	$r_2'$	$x_2'$	$x_{\mu}$
380	50	57	491	12,4	94,1	0,71	0,028	0,1	0,026	0,14	2

При дослідженні частотного управління двигуном, більш доцільно представити АД у вигляді такої структурної схеми:

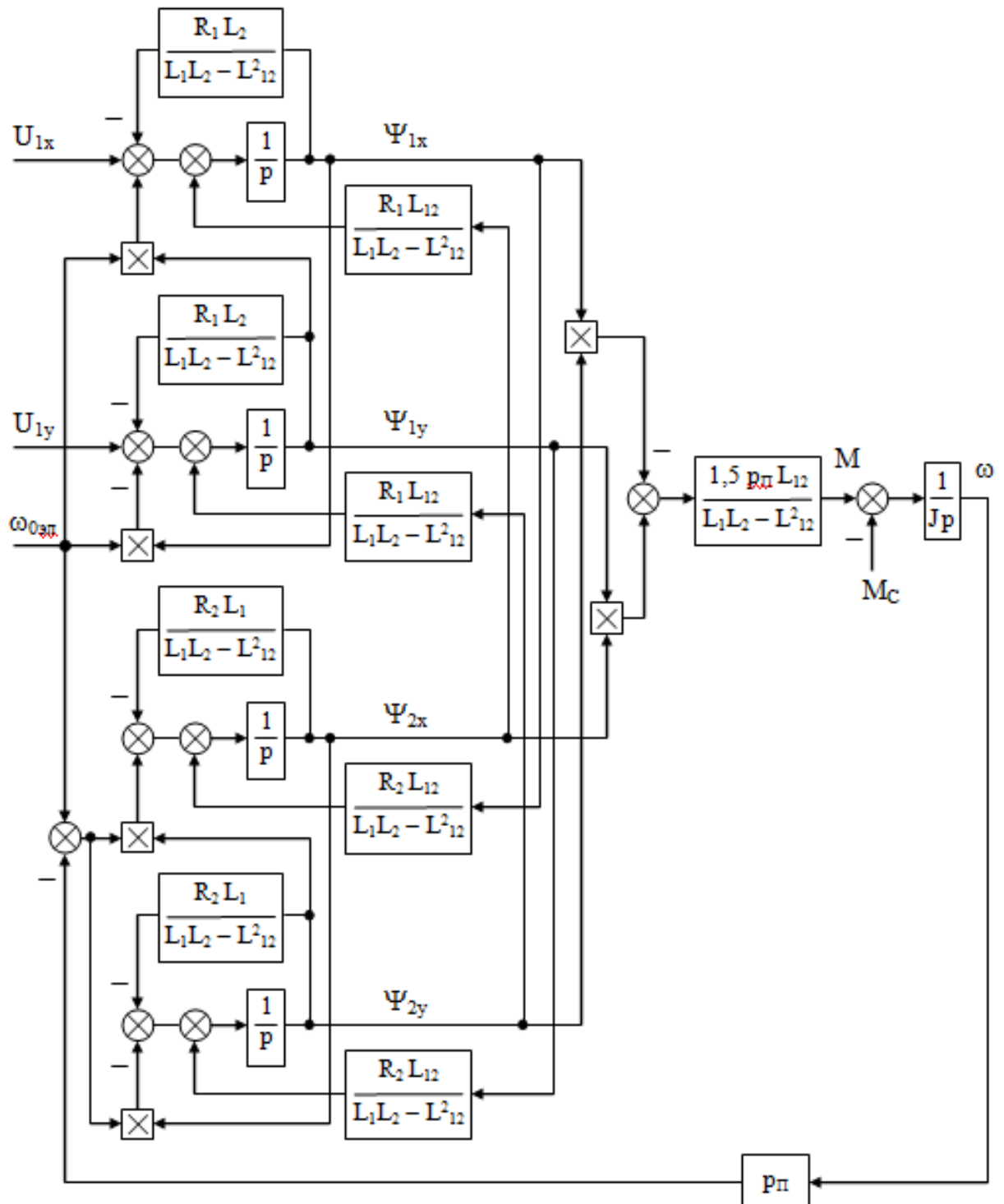


Рисунок 3.2 Структурна схема моделі асинхронного двигуна

У такому разі схема системи керування при пуску від задавача інтенсивності ЗІ та реактивному моменті опору матиме вигляд:

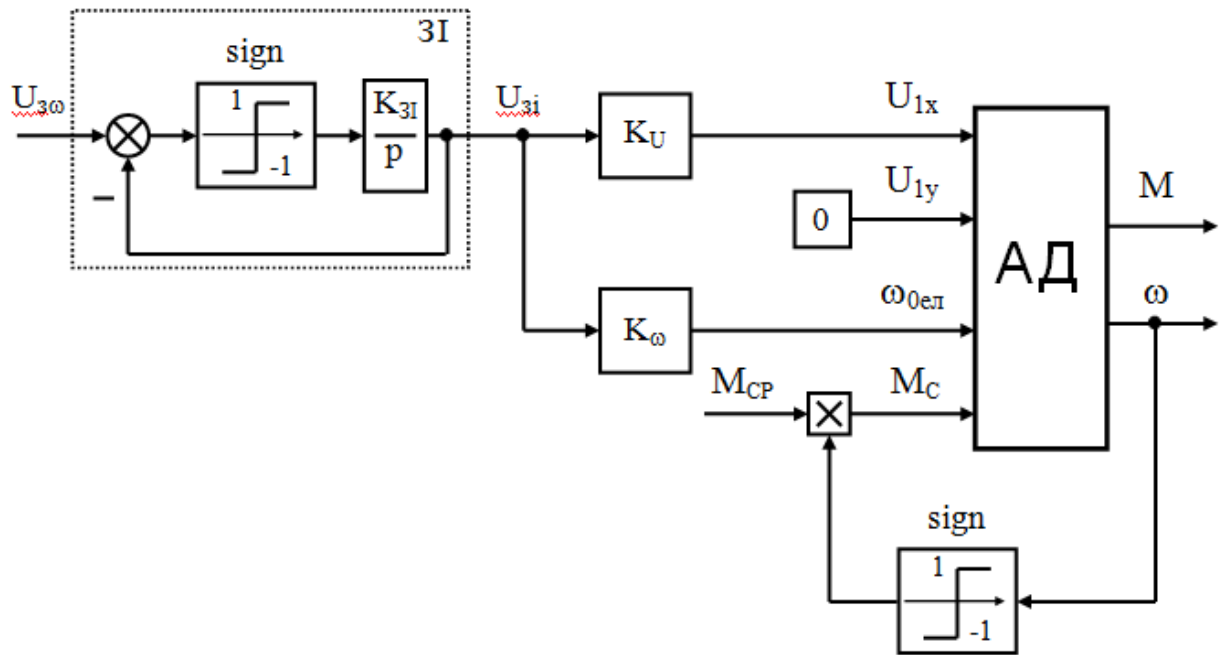


Рисунок 3.3 Схема системи керування при пуску від задавача інтенсивності.

Розрахунок основних параметрів системи:

$$\omega_0 = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot 3.14 \cdot 50 = 314 \text{ рад/с}$$

$$Z_b = \frac{U_H}{I_H} = \frac{380}{131} = 2,9008$$

$$p = \frac{3000}{n_0} = \frac{3000}{500} = 6$$

Абсолютні значення опорів:

$$R_1 = r_1^* \cdot Z_b = 0,028 \cdot 2,9008 = 0,0812 \text{ (Ом)}$$

$$X_1 = x_1^* \cdot Z_b = 0,1 \cdot 2,9008 = 0,2901 \text{ (Ом)}$$

$$R_2 = r_2'^* \cdot Z_b = 0,026 \cdot 2,9008 = 0,0754 \text{ (Ом)}$$

$$X_2 = x_2'^* \cdot Z_b = 0,14 \cdot 2,9008 = 0,4061 \text{ (Ом)}$$

$$X_\mu = X_\mu^* \cdot Z_b = 2 \cdot 2,9008 = 5,8015 \text{ (Ом)}$$

Розрахунок індуктивностей:

$$L_1 = \frac{X_1 + X_\mu}{\omega_0} = \frac{0,2901 + 5,8015}{314} = 0,0188 \text{ (Гн)}$$

$$L_2 = \frac{X_2 + X_\mu}{\omega_0} = \frac{0,4061 + 5,8015}{314} = 0,0189 \text{ (Гн)}$$

$$L_m = \frac{X_\mu}{\omega_0} = \frac{5,8015}{314} = 0,0185 \text{ (Гн)}$$

Для виконання умови  $\frac{U}{f} = const$  розраховуємо коефіцієнти передачі каналів напруги та частоти обертання поля статора наступним чином:

$$K_U = \frac{U_{\text{фнmax}}}{U_{\text{Кmax}}},$$

де  $U_{\text{фнmax}}$  - амплітудне значення номінальної фазної напруги статора, В;

$U_{\text{Кmax}}$  - максимальне значення напруги керування, В;

$$K_U = \frac{380 * \sqrt{2}}{10} = 53.7401 \text{ (В)}$$

$$K_U = \frac{\omega_{\text{оелmax}}}{U_{\text{Кmax}}} = \frac{2 * \pi * f_{\text{н}}}{U_{\text{Кmax}}},$$

де  $\omega_{\text{оелmax}}$  - максимальне значення частоти обертання поля статора, рад/с;

$f$  - номінальне значення частоти напруги мережі живлення, Гц.

$$K_U = \frac{2 * 3,14 * 50}{10} = 31,4159 \text{ (В)}$$

					ЕП.ПД.20.18.ДДЕ.ПЗ			Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата				28

### 3.2 Розрахунок перехідних процесів

Розрахунок перехідних процесів в системах регульованого однофазного електроприводу змінного струму, виконаного по структурній схемі представлений на рисунках 7 та 8, виконано на ЕОМ в програмному продукті MATLAB.

Програма відтворюється методом імітаційно-чисельного моделювання перехідних процесів в аналогових нелінійних системах регульованого електроприводу при типових задаючих та збурюючих впливах. Вона дозволяє в широких межах варіювати структуру і значення параметрів елементів САР, виводити результати розрахунків у вигляді графіків, за якими визначаються динамічні якості системи.

Схема набору представлена на рисунку 9.

Діаграма циклу роботи електропривода робочого рольгангу представлена на рисунку 10.

					ЕП.ПД.20.18.ДДЕ.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		29

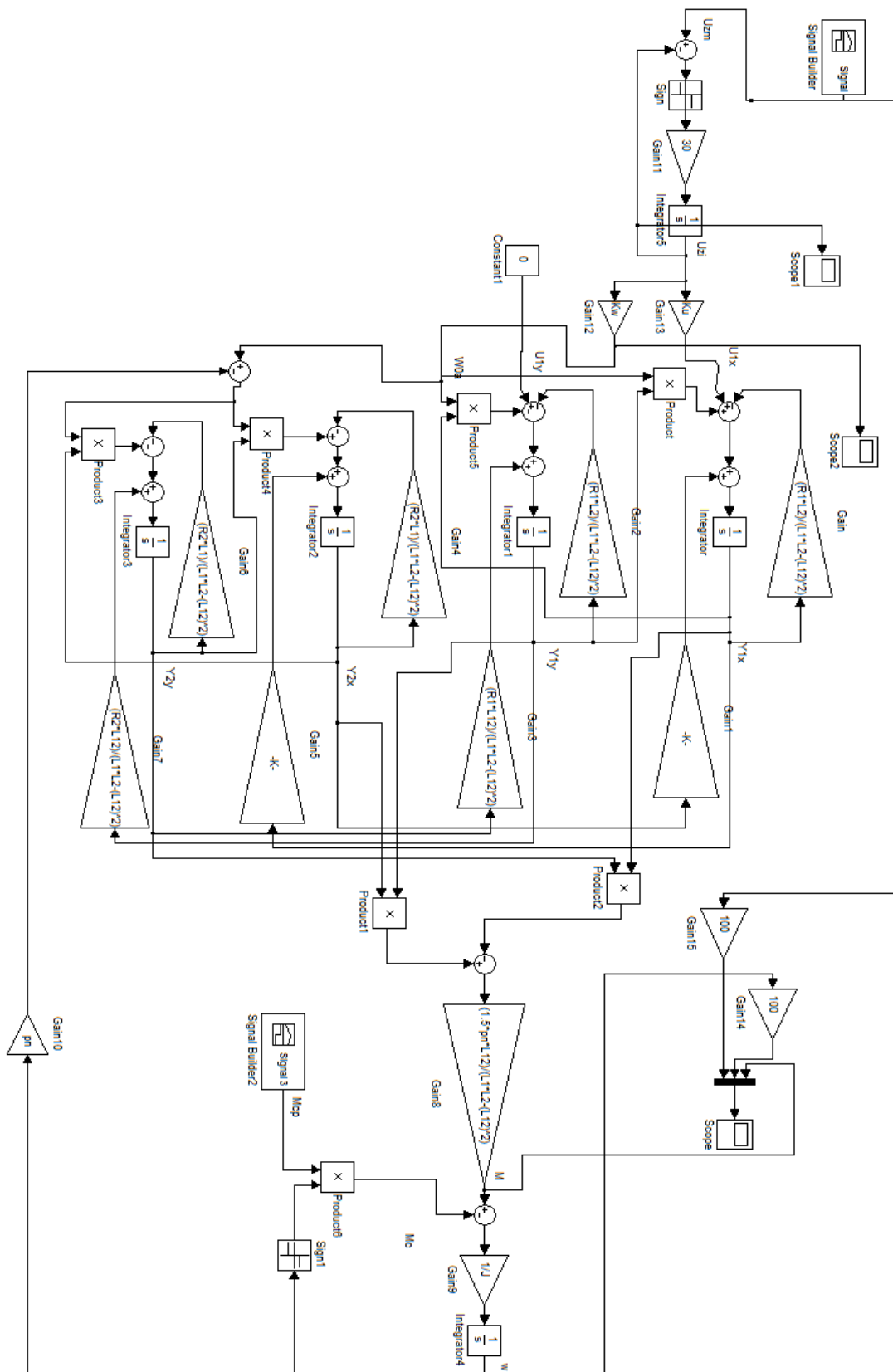


Рисунок 3.4 Схема набору в програмному середовищі Matlab



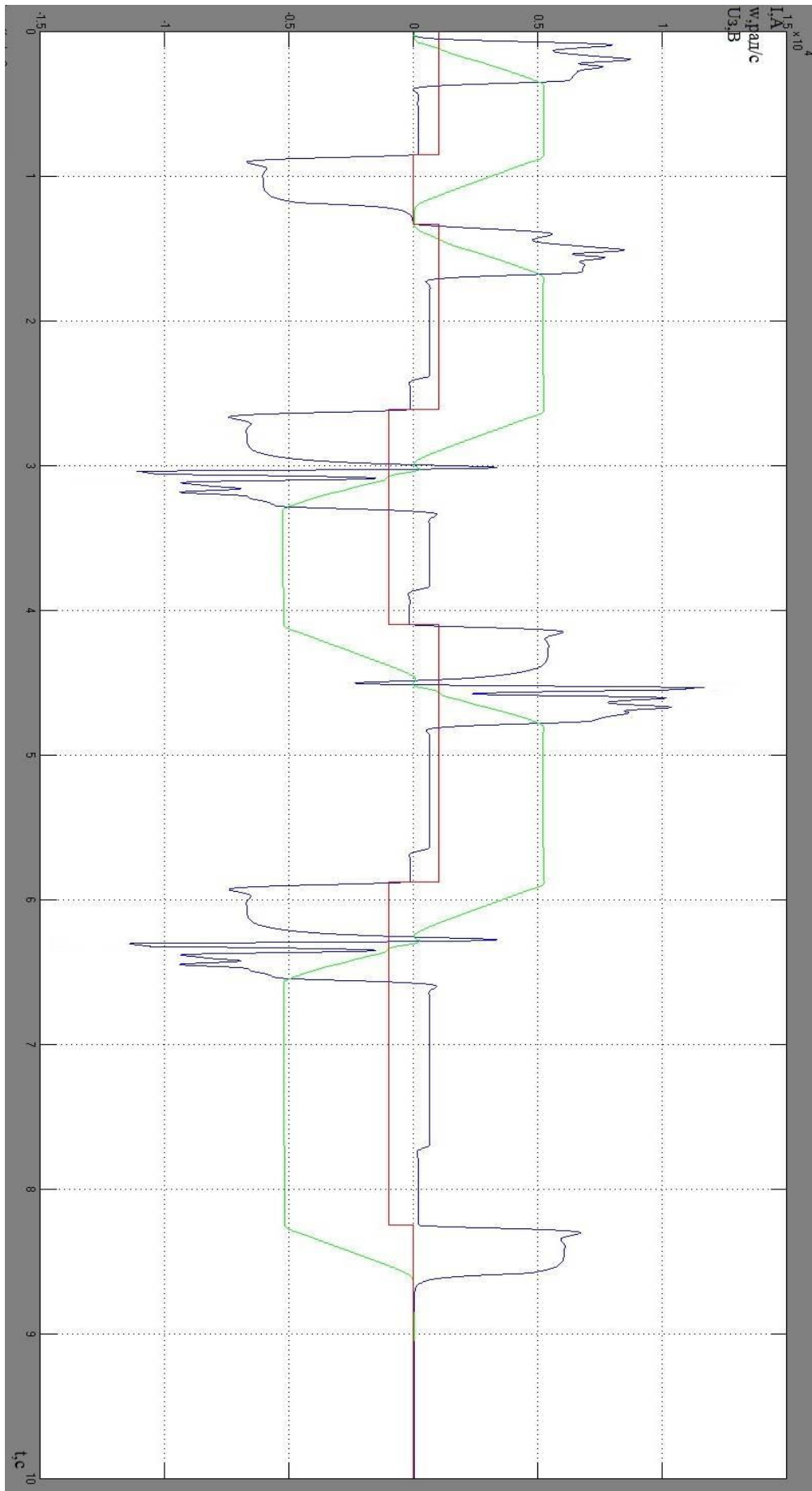


Рисунок 3.5 Діаграма циклу роботи електропривода робочого рольгангу

Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата

ЕП.ПД.20.18.ДДЕ.ПЗ

Арк

31

**Висновок:**

Виходячи з отриманих графіків динаміки електропривода можна зробити висновок, що схема зібрана правильно та повністю відповідає всім необхідним динамічним характеристикам.

					ЕП.ПД.20.18.ДДЕ.ПЗ	Арк
						32
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

## ОХОРОНА ПРАЦІ

					ЕП.ПД.20.18.ОП.ПЗ						
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Груповий електропривод рольганга за системою ПЧ- АД			<i>Літ</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Зробив</i>	Ярошенко Є.І.									33	50
<i>Перевірив</i>	Столбченко О.В.										
<i>Контр.</i>	Казачковський М.М.							НТУ«ДП» гр.141-17ск-3			

## Загальна характеристика шкідливих та небезпечних факторів

На виробництві мають бути створені сприятливі умови праці - сукупність факторів виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини в процесі праці. Однак можливість впливу виробничих факторів на працюючих існує завжди, тому повинні бути розроблені заходи захисту від нього і забезпечення безпеки праці - стану умов праці, при яких виключено вплив на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Основні шкідливі фактори:

- а) Шум і вібрація;
- в) Недостатня освітленість робочої зони.

Шум і вібрація

Шум надає багатоаспектний вплив на організм людини. Джерела механічних шумів в прокатних цехах є зубчасті передачі, підшипники, кулачки, кривошипні механізми, ланцюгові передачі, процеси транспортування металу по рольганги, його деформації, різання, вібрації поверхонь машин і устаткування. При експлуатації рольгангів виникає високі рівні шуму, обумовлені ударним впливом. Зниження шуму досягається зміною конструкції рольганга, виготовлення роликів рольганга зі сталі, що містить від 0,7 до 3,5% Mn, що знижує рівень звукового випромінювання на 12-15 дБ.

Для боротьби з вібраціями в приміщеннях застосовуються віброгасючі фундаменти. А використання дистанційного керування дозволяє вирішити проблему захисту людей від цього шкідливого фактора.

Недостатня освітленість робочої зони  
Освітленість, створювана денним природним світлом, змінюється в надзвичайно широких межах. Зміни ці обумовлені часом дня, сезоном і метеорологічними чинниками, за короткий проміжок часу освітленість природного світла може змінюватися в декілька разів.

Тому природне освітлення приміщень не можна характеризувати, а отже, і нормувати абсолютною величиною освітленості. Правила і норми штучного освітлення ґрунтуються на закономірності, що визначають працездатність зору.

Основні небезпечні фактори:

- а) Рух машин і механізмів;
- б) Наявність високої напруги.

Рух машин і механізмів.

У цеху встановлено різне основне і допоміжне обладнання, рушійні частини якого становлять певну небезпеку, так як непередбачений контакт з ними може викликати травми виробничого персоналу. Це прокатні валки, що тягнуть, подають і напрямні роликки, кантувачі, штовхачі, штовхувачі, маніпулятори, рольганги, транспортери. Для забезпечення безпеки експлуатації машин і механізмів прокатних цехів необхідно застосовувати різні системи захисту. Це досягається насамперед механізацією і автоматизацією виробничих процесів, дистанційним керуванням механізмами і наглядом за їх роботою.

Наявність високої напруги.

У цеху велика частина електроустаткування працює при напрузі до 1000В. Електричну небезпеку становлять: електроустановки, електродвигуни, електрообладнання та лінії електропередач. Електродвигуни відкритого типу встановлено в приміщенні цеху без підвищеної небезпеки, їх струмоведучі та обертові частини не закриті і не захищені.

										Арк
										35
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата	ЕП.ПД.20.18.ОП.ПЗ					

Навколо встановлюють огорожі. рубильники, встановлені у виробничих приміщеннях на розподільних рахунках забезпечені захисними кожухами, виготовленими з вогнестійких матеріалів

. Для захисту електроустановок від перевантажень застосовують плавкі запобіжники. Внутрішня електрична мережа виготовлена з ізольованих проводів або кабелів.

Кабелі прокладають в підлозі в каналах і закривають зверху знімними покриттями з вогнестійких матеріалів.

#### Пожежний захист

При проектуванні до будівництва будівель і споруд необхідно враховувати категорію пожежної небезпеки виробництва, ступеня вогнестійкості цих будівель. вогнестійкість обжимного цеху визначається, перш за все, стійкістю конструкцій зберігати свою несучу здатність при впливі високих температур . Система пожежного захисту передбачає наступні заходи:

1. Максимально можливе застосування негорючих і важкогорючих речовин і матеріалів у виробничих процесах;
2. Обмеження кількості горючих речовин і їх належне розміщення;
3. Ізоляцію займистою середовища;
4. Застосування засобів пожежогасіння;
5. Застосування конструкцій виробничих об'єктів з регламентованим межею їх вогнестійкості і горючості;
6. Евакуація людей на випадок пожежі;
7. Застосування засобів пожежної сигналізації та засобів сповіщення про пожежі;
8. Організацію пожежної охорони об'єкта;
9. Застосування засобів колективного та індивідуального захисту від вогню.

						ЕП.ПД.20.18.ОП.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата			36

Для запобігання загибелі людей при виникненні пожежі кожен робітник повинен знати шляхи безпечного виходу зі свого приміщення за планом евакуації.

### Розрахунок освітлення

У приміщенні довжиною 15м, шириною 8м і висотою 4м розраховуємо освітлення:

Розрахунок освітлення методом коефіцієнта використання розраховуємо по формулі :

$$\Phi = \frac{E * S * k * z}{N * \eta}$$

де  $\Phi$  - необхідний світловий потік ламп у кожному світильнику, лм;

$E$  - нормована мінімальна освітленість, лк;

$k$  - коефіцієнт запасу;

$S$  - освітлювана площа, м<sup>2</sup>;

$z$  - коефіцієнт мінімальної освітленості, величина якого знаходиться в межах 1,1 - 1,5;

$N$  - число світильників у приміщенні;

$\eta$  - коефіцієнт використання світлового потоку.

$$\Phi = \frac{750 * 15 * 8 * 1,5 * 1,2}{4 * 0,4} = 101250 \text{ (лм)}$$

Визначають розрахункову висоту підвісу, м:

$$h = H - h_{\text{св.}} - h_{\text{рп.}}$$

де  $H$  - висота приміщення, м;

$h_{\text{св}}$  - висота звису світильника (від перекриття), м

					ЕП.ПД.20.18.ОП.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		37

$h_{\text{рп}}$  - висота робочої поверхні над підлогою, м (приблизно 0,8 м).

$$h = 4 - 0,4 - 0,8 = 2,8$$

Відстань між світильниками з крапковими джерелами світла(лампами накаливання, ДРЛ і т.д.), м

$$L = \lambda h$$

$$L = 0,6 * 2,8 = 1,68$$

Визначають кількість світильників для установки в приміщенні

$$N = \frac{S}{L^2} \cdot N = \frac{120}{2,82} = 42$$

Для світильників з люмінесцентними лампами визначення їхньої кількості виконується в наступній послідовності:

- відстань між рядами світильників світильників, м

$$L_p = \lambda h ;$$

$$L_p = 0,6 * 2,8 = 1,68$$

- кількість рядів світильників, виходячи з розмірів приміщення приймаємо

$$N_p = \frac{A(B)}{L_p} ;$$

$$N_p = \frac{8}{1,68} = 4,76 = 5 \text{ (шт.)}$$

- кількість світильників у ряді

$$N_{cp} = \frac{A}{L_p}$$

$$N_{cp} = \frac{15}{1,68} = 8,9 = 9 \text{ (шт.)}$$

- загальна кількість світильників

$$N = N_p * N_{cp}$$

					ЕП.ПД.20.18.ОП.ПЗ	Арк
						38
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		



$$N = 5 * 9 = 45 \text{ (шт)}$$

Для визначення коефіцієнта використання  $\eta$  знаходять індекс приміщення

$$i = \frac{AB}{h(A + B)}$$
$$i = \frac{15 * 8}{2.8(15 + 8)} = 1,75$$

де  $A$  і  $B$  - довжина і ширина приміщення, м;  $h$  - розрахункова висота підвісу, м.

За розрахунками обираємо тип лампи ЛХБ150.

					ЕП.ПД.20.18.ОП.ПЗ	Арж
Зм.	Арж	№ докум	Підпис	Дата		39

## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

					ЕП.ПД.20.18.ТЕО.ПЗ					
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розробив</i>		<b>Ярошенко Є.І.</b>			Груповий електропривод рольганга за системою ПЧ- АД			<i>Лім</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>		<b>Тимошенко Л.В.</b>							40	50
<i>Н. Контр.</i>		<b>Казачковський М.М.</b>						НТУ«ДП» гр.141-17ск-3		

## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

### Вступ

В умовах конкурентної боротьби виробництво ресурсів без шкоди для ресурсів, своєчасна заміна та модернізація засобів праці, поліпшення матеріальних, трудових і фінансових ресурсів, підвищення якості продукції.

Актуальність вибраної теми – модернізація групового електроприводу рольганга за допомогою перетворювача частоти Altivar 71, який покращить керування електроприводом .

Таким чином, метою розділу є визначення перспективності та успішності технічного проекту.

### Розрахунок капітальних витрат

Для визначення проектних капіталовкладень розраховуємо за формулою:

$$K_{np} = K_{об} \left( \sum_{i=1}^k C_i \right) + B_{mac} + B_m + B_n + B_{np}$$

$B_{mac}$  - транспортно-заготівельні і складські витрати;

$B_m$  - витрати на монтажні роботи;

$B_n$  - витрати на налаштувальні роботи;

$B_{np}$  - інші одноразові вкладення грошових коштів.

№	Назва компоненту	Ціна/шт, грн	Кількість, шт	Ціна, грн	Обґрунтування
1.	Altivar 71HD75N4	182060	1	182060	Офіційний магазин Schneider
2.	Автоматичний вимикач NS250	9425	1	9425	<a href="https://prom.ua/p978242078-avtomatichnij-vimikach-compact.html">https://prom.ua/p978242078-avtomatichnij-vimikach-compact.html</a>
3.	Мережевий контактор LC1D150M7	7168	1	7168	Интернет магазин <a href="https://elektrovoz.com.ua/">https://elektrovoz.com.ua/</a>
				198653	

Табл. 5.1 Зведення капітальних витрат

Мінімальний оклад працівника першого розряду складає 4800 грн У нашому випадку монтаж виконує наладчик 5 розряду, а отже його тарифна заробітна плата з урахуванням тарифного коефіцієнту розряду (1,36) буде 6528грн. На монтажних роботах працює 2 робітники по 8 годин з тарифною ставкою 38.85 (грн/год).

Знаходимо годинну тарифну ставку:  $6528/168 = 38.85$  (грн./год)

Витрати на монтажні і налагоджувальні роботи розраховуємо за формулою:

$$B_m = \sum(C * a * t) * K_d * K_{сз} * K_{інш}$$

де, Ч - Кількість робітників;

t - Час виконання робіт;

a - годинна тарифна ставка монтажника 5 розряду;

$K_d$  - коефіцієнт що враховує розмір доплат (1,1);

$K_{сз}$  - коефіцієнт що враховує відрахування на соціальні заходи (1,22);

$K_{інш}$  - коефіцієнт що враховує інші витрати (1,1);

$$B_m = (2 * 38.85 * 8) * 1.1 * 1.22 * 1.1 = 918(\text{грн})$$

									Арк
									42
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата	ЕП.ПД.20.18.ТЕО.ПЗ				

У випадку регулювання виконує наладчик 6 розряду з урахуванням тарифного коефіцієнту розряду (1,47) та заробітною платою 7056(грн) та тарифною ставкою (42 грн./год) протягом 6 годин.

Знаходимо годинну тарифну ставку:  $7056/168=42$ (грн./год)

Витрати на наладку обладнання розраховуємо за формулою:

$$V_H = \sum (Ч * a * t) * K_d * K_{сз} * K_{інш}$$
$$V_H = (1 * 42 * 5) * 1.1 * 1.22 * 1.1 = 310(\text{грн})$$
$$K_{np} = 198653 + 918 + 310 = 199881(\text{грн})$$

#### Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати - це поточні витрати на експлуатацію та обслуговування об'єкта проектування за певний період (рік), виражені в грошовій формі.

До основних статей експлуатаційних витрат електротехнічного устаткування відносяться:

- амортизаційні відрахування ( $C_a$ );
- заробітна плата обслуговуючого персоналу ( $C_з$ );
- єдиний соціальний внесок ( $C_c$ );
- витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж ( $C_m$ );
- вартість електроенергії, що буде споживана об'єктом проектування або витрат електроенергії ( $C_э$ );
- інші експлуатаційні витрати ( $C_{np}$ ).

Річні експлуатаційні виплати розраховуємо за формулою:

					ЕП.ПД.20.18.ТЕО.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		42

$$C = C_a + C_з + C_{вн} + C_T + C_e + C_{інш}$$

$$C = 39976 + 13981 + 7600 + 224264 + 2542 = 288363(\text{грн})$$

Амортизаційна вартість основних фондів розраховуємо за формулою:

$$\Phi_a = \Phi_{п} - Л$$

$$\Phi_a = 199881 - 0 = 199881(\text{грн})$$

де  $\Phi_{п}$  - початкова (або переоцінена) вартість об'єкта основних засобів;

$Л$  - розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів. Якщо визначити очікувану ліквідаційну вартість об'єкта основних засобів складно, то при прямолінійному методі амортизації дозволяється вважати її рівною нулю.

Норма амортизації  $H_a$  при прямолінійному методі постійна протягом всього амортизаційного періоду і розраховуємо за формулою:

$$H_a = \frac{\Phi_{п} * Л}{\Phi_{п} * T_k} * 100\%$$

де  $T_k$  - строк корисного використання (амортизаційний період).

Електрообладнання відноситься до 4 групи основних засобів з мінімальним терміном корисного використання  $T_k = 5$  років.

$$H_a = \frac{199881 - 0}{199881 * 5} * 100\% = 20\%$$

Найменування	Капітальні затрати, грн	Норма амортизації, %	Сума амортизації, грн.
Проектний варіант	199881	20%	39976

Таблиця 5.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Розрахунок річного фонду заробітної плати здійснюється за категоріями персоналу (робочі, РСС), який обслуговує об'єкт проектування, відповідно до їх чисельності, режиму роботи, вартовими тарифними ставками, посадовими окладами, що застосовуються на підприємстві формами і системами оплати праці та преміювання.

Основна заробітна плата працівників - це винагороди за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці (норми часу, виробітку, обслуговування, посадові обов'язки).

Додаткова заробітна плата - це винагорода за працю понад установлені норми, за особливі умови праці. До додаткової заробітної плати відносяться премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій, доплати і надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством.

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електротехнічного обладнання включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтним робітникам і можуть визначатися за фактичними даними підприємства.

Витрати на поточний ремонт апаратури автоматики і систем автоматизації розраховуємо за формулою:

$$B_{m.p.} = \sum_{i=1}^n (R * t * m * R_{\Sigma} + \frac{S * \Pi}{T} * T_{\phi})$$

де R - годинна ставка робітників, що виконують ремонт, грн;

t - трудомісткість одного ремонту (для малого приймаємо 1,2 год / од.);

m – кількість ремонтів в рік;

R\_Σ – сумарна категорія складності ремонту (приймаємо 10);

S – вартість однотипних замінних елементів, грн;

Π – кількість однотипних замінних елементів, грн;

T – середній термін служби деталей одного типу, ч;

					ЕП.ПД.20.18.ТЕО.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		45

$T_f$  - число годин роботи обладнання в рік, годин.

Номінальний річний фонд робочого часу електрообладнання розраховуємо за формулою:

$$T_n = T_p * K_{зм} * t_{зм}$$

де  $K_{зм}$ - кількість робочих змін;

$$T_n = 245 * 1 * 8 = 1960 \text{ (год)}$$

(245 робочих днів, зміна 8 годин, робота в 1 зміні)

Час на проведення ремонтних попереджувальних робіт

$$T_{п.рем.} = 6 * 8 = 48 \text{ год.}$$

Технічна зупинка на обслуговування становить приблизно 1 год. в зміні тобто 245 годин.

Загальний час обслуговування  $T_{обсл} = 48 + 245 = 293$  год.

Загальний час роботи обладнання розраховуємо за формулою:

$$T_p = 1960 - 293 = 1667 \text{ (год.)}$$

Загальні витрати на експлуатацію і ремонт розраховуємо за формулою:

$$B_{т.р.} = 38.85 * 1.2 * 2 * 10 + \frac{200 * 6}{300} * 1667 = 7600 \text{ (грн)}$$

					ЕП.ПД.20.18.ТЕО.ПЗ	Арк
						46
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		



Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування протягом року, визначається виходячи з його встановленої потужності і річного фонду робочого часу об'єкта проектування розраховуємо за формулою:

$$C_e = W_p * C_e$$

де  $W_p$  – кількість спожитої за рік електроенергії, кВт год;

$C_e$  - тариф на електроенергію станом на конкретну дату, грн / кВт год.

Ціна електроенергії для I класу споживачів станом на 1.05.2020 складає 2,22 грн/кВт·год.

Річний фонд робочого часу об'єкта проектування 1667 год.

Кількість спожитої електроенергії за рік об'єкта проектування:

$$W_p = P_{cn} * T_p$$

$$W_p = 60.6 * 1667 = 101020(\text{кВт} * \text{год.})$$

Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування протягом року складає:

$$C_e = 101020 * 2.22 = 224264(\text{грн})$$

Інші витрати по експлуатації об'єкта проектування включають витрати з охорони праці, на спецодяг та ін. Відповідно до практики, ці витрати визначаються в розмірі 4% від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу. І складають:

$$C_{\text{інш}} = 63551 * 0.04 = 2542(\text{грн})$$

					ЕП.ПД.20.18.ТЕО.ПЗ	Арк
						47
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

## Висновок

У даному розділі була визначена загальна вартість капітальних витрат на впровадження розробленого технологічного рішення яка складає 199881 грн. Визначена сума витрат на експлуатацію та обслуговування нового обладнання, що склала 7600 .

Річні експлуатаційні виплати складають 288363.

					ЕП.ПД.20.18.ТЕО.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		48

## Висновки

Завданням даного дипломного проекту являється розробка і модернізація групового електроприводу рольгангу за системою ПЧ-АД

В систему автоматичного керування групового електропривода рольгангу входять: електродвигун та частотний перетворювач, що разом представляють складку електромеханічну структуру. Крім того на характер роботи цієї структури суттєвий вплив має специфіка прокатного виробництва, що додатково пред'являє цілий ряд вимог до групового електроприводу рольгангу. Електромеханічні характеристики системи повністю відповідають встановленим вимогам та енергетичним показникам.

Динамічні показники якості роботи системи у всьому діапазоні регулювання швидкості повністю задовольняють вимогам технічного завдання.

Груповий електропривод рольганга за системою ПЧ-АД забезпечений системою захистів і сигналізації, що забезпечують безаварійну і безпечну роботу.

					ЕП.ПД.20.18.ТЕО.ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		49

## Література

1. Зеленов А.Б. Выбор мощности электропривода механизмов прокатных станов: Учебное пособие. – К.: – УМК ВО, - 1990. – 200 с.
2. Altivar 71. Преобразователи частоты: Каталог DIA2ED2050104UA. – К. SchneiderElectric, 2009. – 334 с.
3. Бешта О.С., Балахонцев О.В., Бородай В.А. Автоматизований електропривод у прокатному виробництві: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2011. – 182 с.
4. Вешеневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе. Изд. 6-е, исправленное. М., "Энергия", 1977. - 432 с
5. Елисеев Справочник по автоматизированному электроприводу М.: Энергоатомиздат, 1983. - 616 с
- 6. Бычков В.П. Электропривод и автоматизация металлургического производства Изд-е 2-е переработанное, 1977 г.**
7. Методичні вказівки до виконання економічної частини кваліфікаційної роботи бакалавра/Укладачі Л.В.Тимошенко, Н.В. Дементьєва – Дніпро: НТУДП, 2019-14с
8. Методичні вказівки до виконання розділу „Охорона праці“ в дипломних проектах (роботах) бакалаврів інституту електроенергетики / В.І. Голінько, В.Ю. Фрундін, Ю.І. Чеберячко, М.Ю. Іконніков. – Д.: Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», 2012. – 8 с.

